

Uwarunkowania zastosowania systemów nadzoru i diagnostyki w systemach sterowania i telekomunikacji

Współczesne systemy SRKiŁ

Poprawne funkcjonowanie Systemów SRKiŁ uzależnione jest od:

- Niezawodności poszczególnych części składowych tworzących system;
- Wewnętrznej struktury niezawodnościowej;
- Przyjętych do realizacji strategii eksploatacji;
- Zakłóceń oddziałujących na procesy eksploatacji.

Komponenty cyfrowe i mikroprocesorowe SRKiŁ są szczególnie podatne są na zakłócenia generowane przez pojazdy trakcyjne i infrastrukturę kolejową.

Niezawodność i bezpieczeństwo srk

Systemy srk muszą być bezpieczne i niezawodne. Zarządzanie niezawodnością opisują normy PN-RN 60300, wymagania niezawodności i bezpieczeństwa zaś normy PN-EN 50126, 50128, 50129:2007 i 50129:2011.

System bezpieczny musi stosować się do dwóch podstawowych zasad:

- Zasady fail-safe (Urządzenia mogą przechodzić do stanu zawodności sprawności, ale nie do zawodności bezpieczeństwa);
- Wymogu integralności bezpieczeństwa SIL 4 - wynikające z niezawodności całego układu prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznego uszkodzenia było mniejsze od współczynnika tolerowanego, tj. 10^{-8} ($10E-8$).

Miary niezawodności w systemach srk

Ważnym parametrem brany pod uwagę w analizach niezawodności są opóźnienia w ruchu powodowane przez opóźnienia.

Wymagania niezawodności i bezpieczeństwa ERTMS przyjmują, że pociąg jest opóźniony jeżeli opóźnienie przekracza 1 minutę na całej długości trasy pociągu.

Prawdopodobieństwo opóźnienia pociągu z powodu awarii na sygnalizatorze świetlnym wynosi około setnej części procenta ($P_o = 0,011$) na całej długości trasy pociągu z uwzględnieniem przejazdu przez wszystkie sygnalizatory świetlne na takiej trasie.

Parametry niezawodności

Podstawowych parametry niezawodności to m.in.:

- Prawdopodobieństwo działania;
- Intensywność uszkodzeń;
- Oczekiwany średni czas pomiędzy uszkodzeniami;
- Średni czas napraw.

Parametry niezawodnościowe:

MTTF	- średni czas do uszkodzenia	- dla systemów nieodnawialnych;
MDTF	- średni dystans do uszkodzenia	- dla systemów nieodnawialnych;
MTBF	- średni czas pomiędzy uszkodzeniami	- dla systemów odnawialnych;
MDBF	- średni dystans pomiędzy uszkodzeniami	- dla systemów odnawialnych.

Ocena typu awarii oraz MTBF – niezawodność

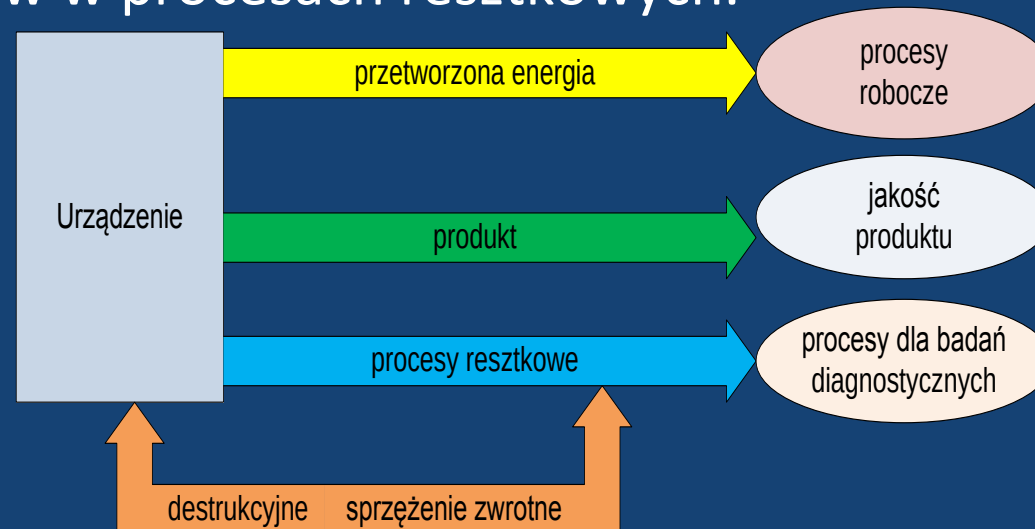
Kategoria awarii	Typ awarii systemu	Efekt w eksploatacji	MTBF (w godz., latach lub km)
Generalna	Całkowita awaria	Eksploatacja niemożliwa	
Ważna	Awaria krytycznego elementu funkcjonalnego	Eksploatacja awaryjna 1	
Drugorzędna	Awaria niekrytycznego elementu funkcjonalnego	Eksploatacja awaryjna 2	
Pomijalna	awaria nieistotnego elementu funkcjonalnego	Normalna eksploatacja	

Parametry niezawodności systemu w zależności od podziału na systemy odnawialne i nieodnawialne oraz ocenę typu awarii.

Diagnostyka techniczna urządzeń

Diagnostyka techniczna jest niezbędna, aby urządzenia znajdowały się w stanie stałej zdolności do użycia. Przeprowadzenie diagnozowania polega na ocenie symptomów poprzez:

- Monitorowanie sposobem ciągłym lub okresowym parametrów procesów roboczych;
- Ocenę jakościową wytworzonego produktu lub efektu działania;
- Obserwowanie parametrów w procesach resztkowych.



Zadania i czynności diagnostyki technicznej

Zadania diagnostyki technicznej

Badanie, identyfikacja, klasyfikacja uszkodzeń, które rozwijają się wraz z symptomami

Opracowywanie metod badania i selekcjonowania symptomów diagnostycznych

Wystawianie decyzji diagnostycznej o stanie urządzenia oraz zaleceń profilaktycznych



Etapy czynności diagnostycznych

Kontrola stanu urządzenia

Ocena stanu urządzenia

Zlokalizowanie i odseparowanie powstałych uszkodzeń

Prognozowanie przyszłych stanów urządzenia



Dalsze procesy

Diagnozowanie (aktualny stan urządzenia)

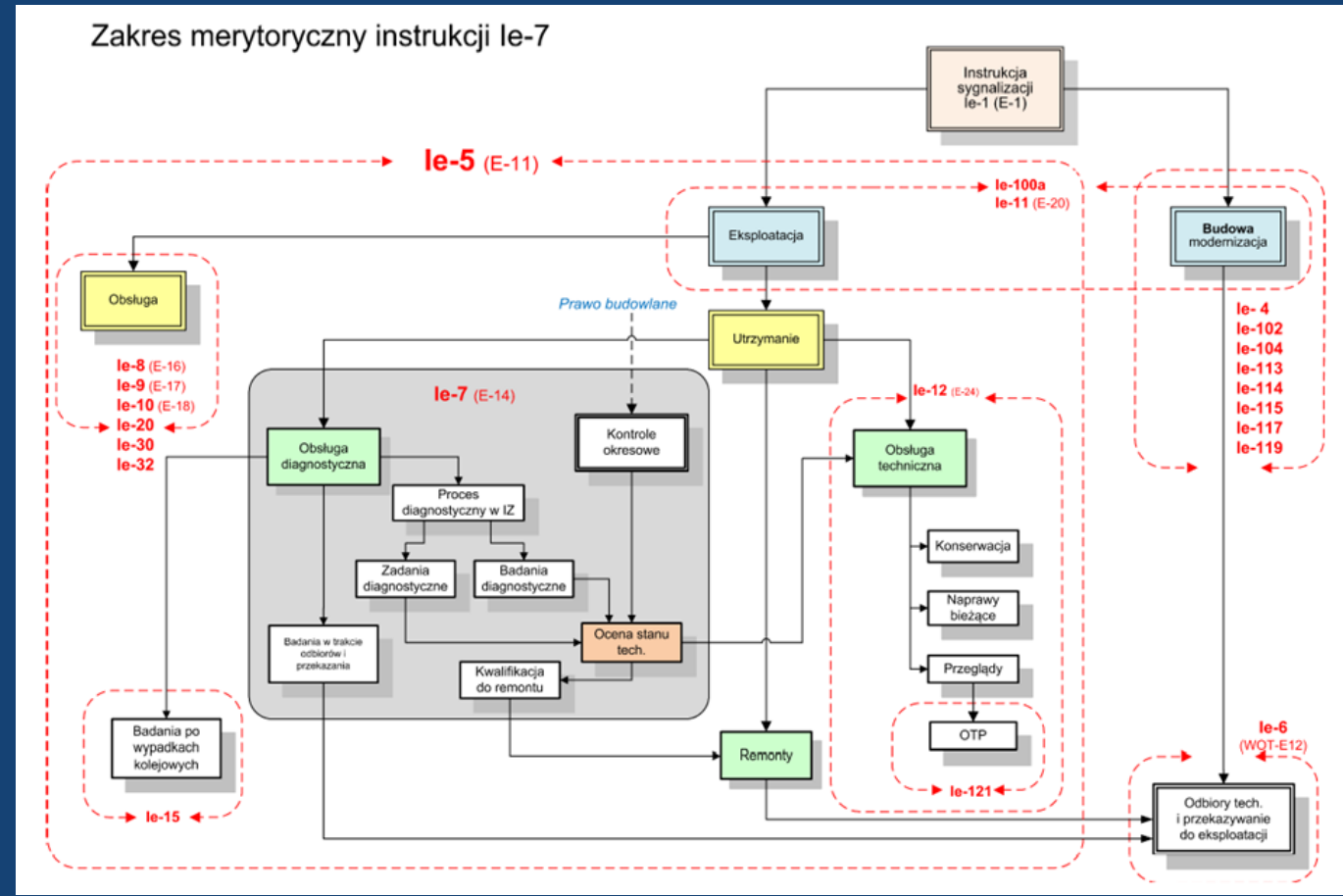
Genezowanie (odtworzenie pracy urządzenia)

Prognozowanie (określenie możliwych stanów urządzenia w przyszłości)

Diagnostyka urządzeń srk

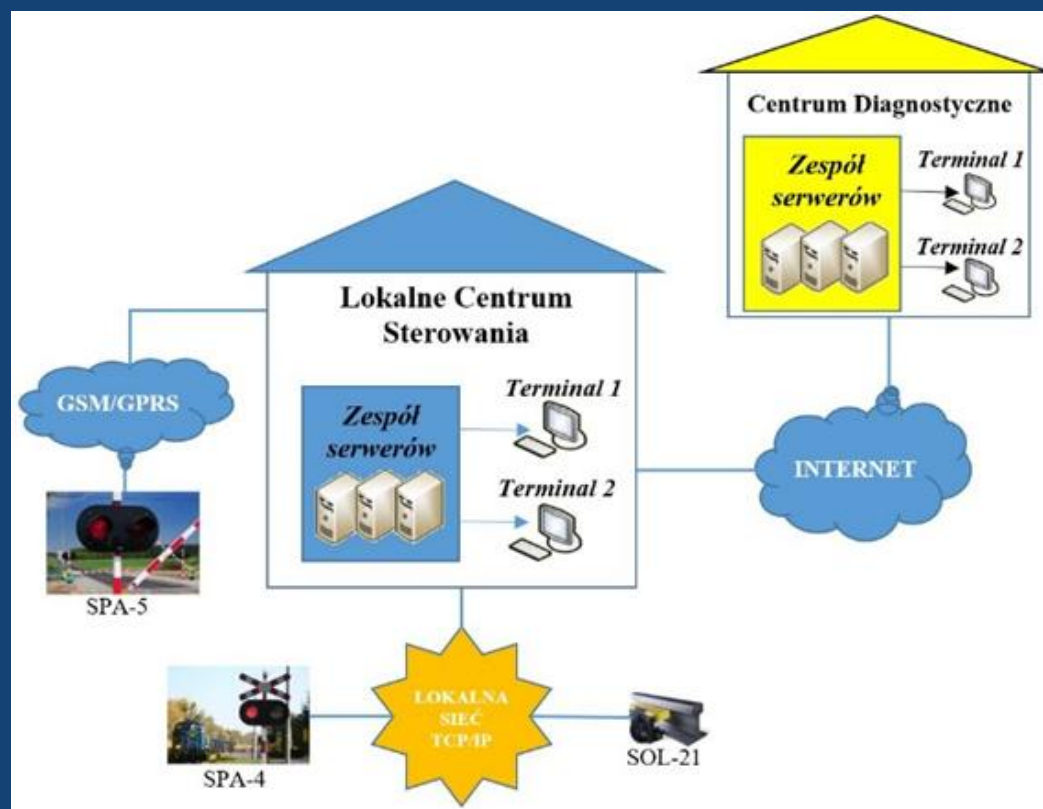
Kryteria badań diagnostycznych urządzeń srk określane są m.in. przez:

- Dokumentację Techniczno-Ruchową urządzeń srk (DTR);
- Wytyczne techniczne budowy urządzeń srk – Instrukcja le-4;
- Wytyczne odbioru technicznego oraz przekazywania do eksploatacji urządzeń srk – Instrukcja le-12;
- Instrukcję le-7.



Zdalna diagnostyka urządzeń srk

Zdalna diagnostyka wykorzystywana jest w Centrach Utrzymania i Diagnostyki (CUID), umieszczonych w Lokalnych Centrach Sterowania (LCS).



Konfiguracja Systemu Diagnostyki
Zdalnej typu SDZ-2 wdrożonego
przez Bombardier Transportation
Polska

Rozwiązanie UTH w Radomiu

Projekt „System gromadzenia danych eksploatacyjnych i analizy niezawodności bezpieczeństwa układów automatyki kolejowej” podejmuje problemy badawcze:

- Opracowania metody efektywnego wykorzystania wyników badań diagnostycznych;
- Opracowania metody rozwiązywania problemów decyzyjnych w procesie eksploatacji poprzez zaproponowanie procedur wspomagających podejmowanie decyzji;
- Analizy procesów realizowanych w systemie eksploatacji, w tym określenie rozkładów prawdopodobieństw np. dla czasów poprawnej pracy;
- Modelowania działań i procesów realizowanych w systemie eksploatacji z wykorzystaniem adekwatnych do tych celów metod;
- Opracowania modelu procesu eksploatacji urządzeń srk jako sekwencji zdarzeń i działań powodujących zmianę ich stanu technicznego.

SADEK: System Analizy Danych Eksploatacyjnych w automatyce Kolejowej

SADEK to jednolita platforma programowa dla potrzeb utrzymaniowych PKP PLK, obejmująca status urządzeń i podsystemów srk z odcinków lub węzłów sieci kolejowej.

Przygotowanie wyposażenia, bazy sprzętowej i narzędzi badawczych.

Budowa sieci światłowodowej w budynku Wydziału Transportu i Elektrotechniki.

Opracowanie projektu prototypów urządzeń do zbierania danych z interfejsów cyfrowych i przesyłania telegramów w sieci ETHERNET.

Analiza protokołów bezpiecznej transmisji (szyfrowania) w systemach otwartych.

Specyfikacja struktury systemu wspomagania eksploatacji.

Określenie modeli do badań niezawodnościowych.

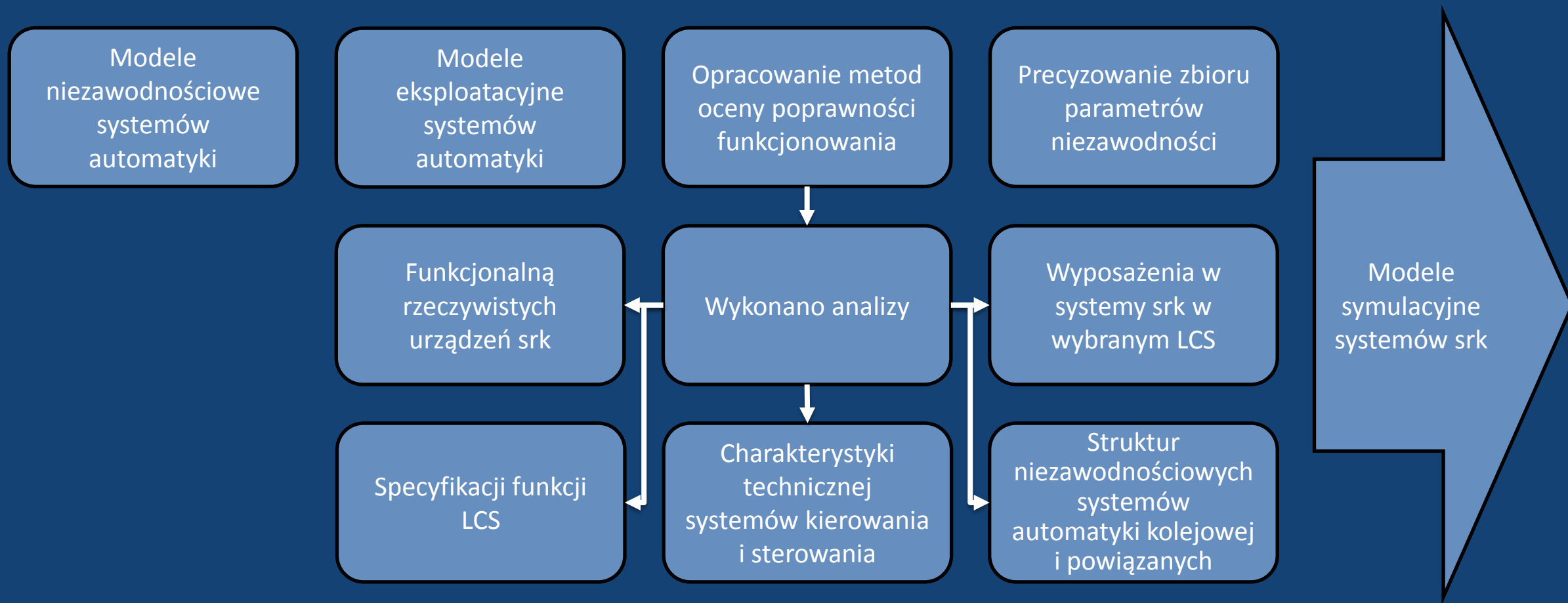
Określenie stanu technicznego badanych urządzeń systemów srk.

Modelowanie i symulacja.

SADEK: specyfikacja systemu i dane

Import XLS	Baza zdarzeń	Microsoft SQL 2012 + Microsoft Windows Server 2012R2
Internet (książka E 1758)		
Automatycznie		
Baza statystyczna	Pakiet R	
	System ekspertowy	
	Zdalny dostęp	

SADEK: Modele badań niezawodnościowych



SADEK: Stan techniczny badanych urządzeń systemów srk

Stan techniczny badanych urządzeń srk został określony na podstawie zbioru charakterystycznych dla nich cech. Założono, że dane uszkodzenia generują określone cechy. Równocześnie, stany urządzeń reprezentowane są przez nadmiarową liczbę cech. Niezbędne jest wyodrębnienie reprezentatywnych, kluczowych cech. Zostało to osiągnięte na dwa sposoby:

- Za pomocą metody bazującej na modelu niezawodnościowym symulacyjnym dla poszczególnych urządzeń srk;
- Za pomocą metody wyodrębniającej cechy na podstawie danych z rzeczywistych urządzeń srk, klasyfikowanych modelem SVM (Support Vector Machine).

SADEK: Modelowanie i symulacje

Dane eksploatacyjne zostały przeanalizowane statystycznie:

- Określono dla każdego z dostępnych podsystemów odpowiadające im rozkłady gęstości prawdopodobieństwa dla czasów poprawnej pracy oraz czasów naprawy;
- Parametry rozkładów dla każdego z podsystemów określano za pomocą metody największej wiarygodności (*Maximum Likelihood*);
- Przeprowadzono testy zgodności dla parametrów rozkładów za pomocą metody Kołmogorowa-Smirnowa oraz Andersona-Darlinga;
- Wytworzono reguł wnioskowania na potrzeby systemu ekspertowego;
- System ekspertowy przetestowany został za pomocą zbiorów testowych.

SADEK: elektroniczna książka E 1758

Usystematyzowanie i
kodyfikacja zapisów
rejestracji

Utworzenie zdalnego
kanału dostępu do zapisów
rejestrujących istotne
wydarzenia w

Uszczelnienie procedur
dostępu do obsługi, obsługi
technicznej, nadzoru i
kontroli na posterunkach
ruchu

Automatyzacja procesów
analiz usterkowości i
klasyfikacji opóźnień

Uproszczenie procesów
rejestracji zachowań
obsługowych personelu,
stanu urządzeń

Narzędzie do analiz
działania urządzeń srk i
prowadzenia ruchu
kolejowego

Realizacja syntetycznego
opisu lokalizacji posterunku
ruchu, jego wyposażenia w
urządzenia srk i obszaru
oddziaływania

Rejestr personelu

Rejestrowanie zdarzeń

SADEK: korzyści z wdrożenia systemu

Korzyści techniczne

- Wzrost bezpieczeństwa eksploatowanych systemów srk;
- Uzyskanie jednolite usystematyzowanych informacji o przebiegu procesu ruchu kolejowego z terenu całej sieci kolejowej;
- Umożliwienie „zdalnej” kontroli działania i utrzymania urządzeń srk oraz postępowania personelu obsługi i utrzymania;
- Udostępnienie zebranych rzeczywistych danych eksploatacyjnych o urządzeniach sterowania ruchem kolejowym na posterunku ruchu dla systemu SADEK.

Korzyści biznesowe

- Ulepszony czas dostępu do informacji z posterunków ruchu;
- Szybsza reakcja z poziomu zarządczego na występujące stany zagrożenia;
- Budowanie alternatywnych rozwiązań dla ruchu kolejowego w przypadku występujących zakłóceń;
- Efektywniejsze wykorzystanie istniejących zasobów technicznych i informacyjnych w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Dziękujemy za uwagę